

中等专业学校试用教材

金属工艺学

(热加工基础)

咸阳机器制造学校 李义增 主编

机械工业出版社

本书是根据1987年5月,原国家机械工业委员会审定的中等专业学校《金属工艺学(金属热加工基础)》课程教学大纲编写的试用教材。本书供机械制造专业和热加工各专业使用。

本书内容主要包括:铸造、锻压和焊接三种生产的工艺过程、工艺原理、工艺设计、结构工艺性、毛坯选用、质量与成本分析等。

为适应教学改革的需要,本书编入了习题课和课堂讨论内容,每章之后附有习题课所需要的工艺设计参考资料和供课堂讨论选用的思考题与练习题。

金 属 工 艺 学

(热加工基础)

(重排本)

咸阳机器制造学校 李义增 主编

*

责任编辑:董连仁 版式设计:冉晓华

封面设计:方 芬 责任校对:姚培新

责任印制:王国光

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张10.75·字数262千字

1996年10月第1版第8次印刷

印数 61 601—71 600 定价:10.00元

*

ISBN 7-111-01779-X/TG·447(课)

ISBN 7-111-01779-X



9 787111 017790 >

前 言

本书是根据原国家机械工业委员会中等专业学校《金属工艺学（热加工基础）》课程教学大纲编写的。

本书与《金属工艺学（机械工程材料）》配套，可供机械制造类专业使用；本书与《金属工艺学（金属冷加工基础）》配套，可供热加工类专业使用。本书亦可作为职工培训教材和供工厂技术人员参考。

本书内容共四部分：铸造、锻压、焊接和胶接。

本书由李义增主编：王希平为协编。

本书由董振峰主审，曾本心、焦天锋等参加了审稿工作。

编者在编写过程中，根据职业技术教育的特点，加强了实用性、工艺性内容。严格控制理论性知识的深度，注意了理论联系实际，加强了实践性教学环节。对于大纲中规定的习题课和讨论课，教材中都有相应的内容，以便于组织教学。为了便于学生进行工艺设计练习，在铸造、锻压和焊接三章之后，均有经过摘选的参数作为附表。每章之后的思考题和练习题，是供布置课外作业时选用。

本书与前一轮金工教材相比较，增加了“毛坯质量和成本分析”、“切削加工和经济性对零件结构的要求”、“毛坯选用方法”和“胶接技术”等内容，注意了引入经济效益的观点。

由于编者水平所限，书中难免有许多错误和缺点，诚恳欢迎批评指正。

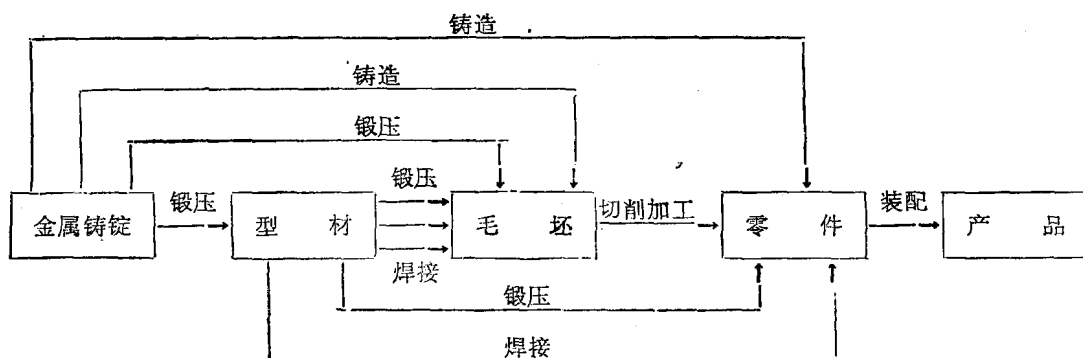
编者 1988年10月

目 录

绪论	1
第一章 铸造	3
§ 1-1 砂型铸造工艺基础	3
§ 1-2 合金的铸造性能	14
§ 1-3 砂型铸造工艺设计基础	20
§ 1-4 铸件的结构工艺性	34
§ 1-5 铸件质量与成本分析	46
§ 1-6 特种铸造	49
§ 1-7 铸件及铸造方法的选用	56
思考题与练习题	60
附表	61
第二章 锻压	67
§ 2-1 锻造工艺基础	67
§ 2-2 金属的锻造性能	74
§ 2-3 锻造工艺设计基础	81
§ 2-4 锻件的结构工艺性	89
§ 2-5 锻件质量及成本分析	93
§ 2-6 板料冷冲压	96
§ 2-7 其他锻压方法	111
§ 2-8 锻造毛坯的选用	116
思考题与练习题	119
附表	120
第三章 焊接	125
§ 3-1 熔化焊工艺基础	125
§ 3-2 焊接接头组织和性能	134
§ 3-3 金属材料的焊接性	136
§ 3-4 焊接变形和焊件结构工艺性	138
§ 3-5 熔化焊工艺设计基础	143
§ 3-6 焊接件的选用	149
§ 3-7 其他焊接方法	151
思考题与练习题	155
附表	155
第四章 胶接	158
§ 4-1 胶粘剂	158
§ 4-2 胶接工艺与接头设计	162
思考题与练习题	168

绪 论

在机械制造业中，从冶炼厂生产的金属铸锭到制造成一台机械产品，要经过许多加工过程，它可用下面的流程图来表示：



从流程图可知，铸造、锻压和焊接不但可以为制造机械零件提供毛坯，而且可以直接提供装配用的零件。但是，目前大多数机械零件还是要经过铸造、锻压和焊接，先获得具有一定形状、尺寸和内在质量的毛坯，再经过切削加工后，才能获得供装配用的机械零件。铸造、锻压和焊接是各类机械制造工厂中不可缺少的重要生产环节。

我国是世界上应用铸造技术最早的国家。在河南安阳出土的青铜祭器大方鼎，是3000多年前的商朝冶铸的。这个大方鼎重达875kg，鼎周围有精美细致的花纹。在陕西临潼秦始皇陵出土的大型彩绘铜车马，八匹马造型非常逼真，两乘车装饰特别华丽，反映了2000多年前秦朝精湛的冶铸技术。

我国也是世界上应用锻造技术较早的国家。河北藁城出土的商朝铁刃铜钺，证明3000年前我国就掌握了锻造和锻接技术。到了2500年前的春秋时期，锻造和热处理技术已普遍应用于制剑中。

我国还是世界上应用焊接技术最早的国家之一。在河南辉县战国墓中出土的铜器上，其本体、耳、足都是用锡钎焊和银钎焊连接的，这要比欧洲国家应用钎焊技术早了2000多年。在我国宋朝科学家沈括编著的《梦溪笔谈》一书中，就记载了有关焊接方法，这是800多年前的事。而明朝科学家宋应星编著的《天工开物》一书中，则对锻焊和钎焊都作了较详细地论述。

上述史实证明，我国古代劳动人民在铸造、锻造和焊接方面的成就是辉煌的，特别是在15世纪以前，这些技术的发明和应用远远超过了同时期的欧洲。只是到了近代，由于封建制度的日益腐败，特别是解放前百余年间外国的侵略和清朝统治阶级的愚昧反动，才使我国科学技术的发展曾处于缓慢甚至停滞状态。

中华人民共和国成立以后，我国的机械制造业得到了迅速的发展，已经建立了汽车、拖拉机、精密机床、精密仪表、飞机、船舶、重型机械等许多现代化的生产基地，为农业、工业、国防、交通和科学研究提供了大量必需的机械和设备，有力地促进了国民经济的发展。

在我国机械制造业迅速发展的同时，现代化的铸造、锻压和焊接技术也得到了广泛地应用。

本书主要讨论铸造、锻压和焊接的原理、工艺设计、结构工艺性和毛坯选用等最基本的工艺技术问题。

胶接是人类使用的最古老最普通的连接方法。生活中所用的浆糊，木工使用的骨胶，已有几千年的历史了。在新型高分子材料问世后，胶接技术在现代机械制造业中获得了日趋广泛地应用。本书第四章阐述的胶接技术是中专《金属工艺学》教材内容扩展的一项尝试。

金属工艺学课程是培养技术人员的一门综合性技术基础课。学习《金属工艺学（热加工基础）》的目的，是为学习其他有关课程和将来从事生产技术工作打好基础。学完《金属工艺学（热加工基础）》之后，应达到以下基本要求：

1. 了解金属零件的铸造、锻压、焊接和胶接的基本原理、工艺特点和应用范围。
2. 初步掌握简单机械零件上述加工方法的工艺设计知识和技能。
3. 初步学会分析一般机械零件的结构工艺性。
4. 初步掌握选用毛坯的基本知识。

金属工艺学是一门实践性、应用性很强的课程，学习本课程应以金工教学实习为基础，并与生产实际建立密切地联系。有关铸造、锻压和焊接的设备，工具及其操作方法，应按照教学实习大纲的要求，在实习过程中掌握。

本书根据教学大纲的要求，编入了课堂讨论和习题课的内容。课堂讨论和习题课是以学生的学习讨论和练习活动为主的实践性教学环节，通过这些环节，可以培养学生应用理论知识分析和解决具体生产技术问题的能力，同时也可锻炼学生的思维能力和语言表达能力。为了巩固理论知识，锻炼学生理论联系实际的能力，学生应按教学要求完成一定数量的思考题和练习题。

第一章 铸 造

铸造是将熔化状态的金属材料浇注到与零件形状相似的铸型型腔中, 经过凝固冷却之后获得毛坯或零件的金属成形方法。用铸造方法获得的金属制品称为铸件。对于尺寸精度和表面粗糙度要求不高的零件, 铸件就可以不经机械加工直接使用。但是, 大多数有装配要求的铸件, 还需要进行机械加工才能使用。

铸造生产具有如下特点:

(1) 用铸造方法生产的铸件, 不仅可以有复杂的外形, 而且可以有复杂形状的内腔。这是其他金属成形方法极难办到的。

(2) 用铸造方法可以制造出轮廓尺寸小到几毫米, 大至十几米; 重量小到几克, 大至数百吨的铸件。而且, 常用的金属材料(如铁碳合金、铝合金、铜合金等)均能用铸造方法成形。这说明铸造生产有很强的适应性。

(3) 铸件的形状与成品零件相似, 尺寸也相近, 所以机械加工余量较小, 并可节省机械加工工时。

(4) 铸造生产中产生的金属废料、铸件废品以及各种外来废钢和金属切屑等, 均可回炉重熔加以利用。另外, 一般铸造生产不需要复杂、精密的机械设备, 所用的大部分原材料货源广、价格低, 型砂等材料还可以回收处理再次使用。所以, 铸件的生产成本较低。

(5) 铸造生产既能适应单件小批生产, 也能适应成批大量生产。

但是, 由于铸造生产工艺的特点是液态成形, 铸件在浇注、凝固和固态冷却过程中, 常常会产生一些缺陷, 如晶粒粗大、缩孔、气孔、夹渣等。这就使一般铸件的机械性能较低, 致使铸件的应用范围也受到了一定限制。

铸造是现代机械制造业中获得零件毛坯的最常用的生产方法之一。据统计, 在金属切削机床中, 铸件的重量占机床总重的70~80%; 在拖拉机中, 铸件重量占50~70%; 在重型机械、矿山机械、水电设备中, 铸件重量约占85%以上。随着铸造技术的发展, 在公共设施、生活用品、工艺美术和建筑等领域, 会越来越多地采用各种铸件。

铸造生产的方法很多, 有砂型铸造、金属型铸造、压力铸造、离心铸造、熔模铸造和低压铸造等。其中最基本、最常用的铸造方法是砂型铸造。

§1-1 砂型铸造工艺基础

一、砂型铸造工艺过程

砂型铸造是以型砂和芯砂等材料制备铸型为特征的铸造方法。用砂型铸造生产的铸件约占有铸件总重量的90%以上。

图1-1是砂型铸造工艺过程的流程图。由图可见, 铸型是铸件形成的基础, 它主要包括造型、制芯等几道工序, 这些工序是砂型铸造的重要环节, 对铸件的质量影响很大。

图1-2是套筒铸件铸型的生产过程示意图。利用带有芯头的模型(图1-2a)制出上、下

砂型(图1-2b)。利用芯盒(图1-2d)制出型芯(图1-2e)。烘干后的型芯放在下砂型的芯座上,合好上砂型(图1-2c)。液态金属自上砂型的直浇口浇入砂型中。金属冷却后,开箱取出带有浇注系统的铸件(图1-2f)。敲掉浇注系统后,即得到套筒铸件。

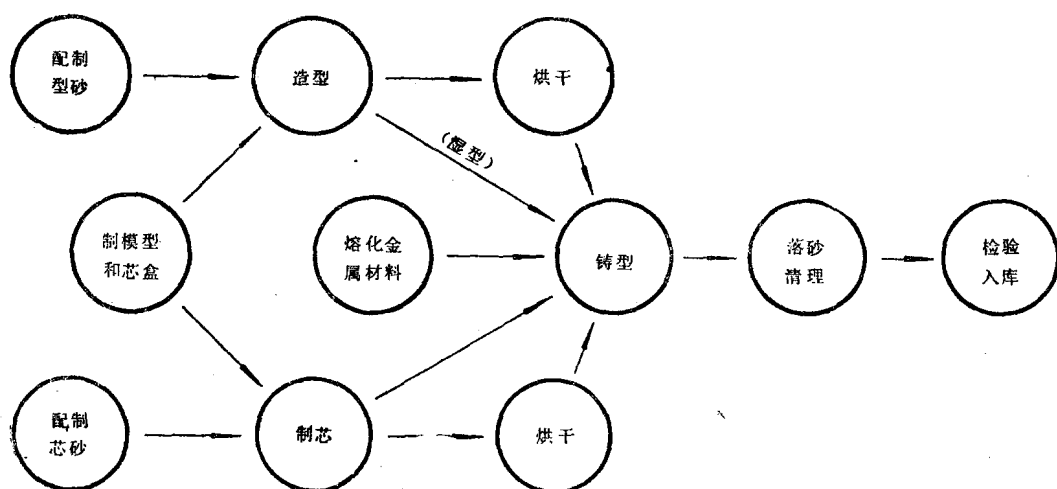


图1-1 砂型铸造工艺过程示意图

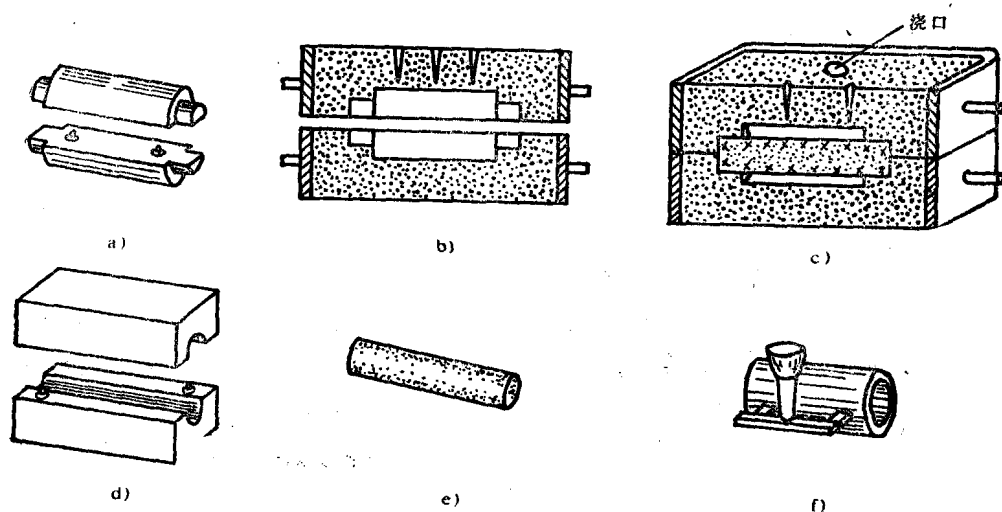


图1-2 套筒的砂型铸造工艺过程

a) 带芯头的模型 b) 上、下砂型 c) 铸型 d) 型芯盒 e) 型芯 f) 带浇注系统的铸件

二、常用手工造型方法

利用模型或其他模具制作铸型的过程称为造型。在大多数中小型工厂的铸造车间里,造型工作是由手工操作方式完成的。手工造型所用的造型工具和机械设备简单,生产准备时间短,所以灵活性和适应性强。手工造型的缺点是生产率低,工人劳动强度大,劳动场地粉尘多,铸件质量不稳定等,所以大多在单件和小批生产条件下应用。

手工造型方法很多。按照砂箱特征分类,有两箱造型、三箱造型和地坑造型等。按照模

型特征分类, 有整模造型、分模造型、挖砂造型、假箱造型、活块造型和刮板造型等。

同一个铸件, 可以采用不同的造型方法。这要根据铸件的结构特点、尺寸、生产批量和生产条件等因素来选择。了解常用的手工造型方法, 是进行铸件结构设计和铸造工艺设计的基础。

1. 整模造型

整模造型的模型是一个整体, 分型面(上砂型和下砂型的接触面)在模型的一端, 而且大多是平面分型面。造型时, 根据铸件的技术要求, 使模型全部位于上砂型或下砂型内。下面用图1-3所示的例子说明整模造型的主要过程:

- (1) 在底板上放好模型和砂箱(图1-3a)。
- (2) 填入型砂, 舂实并刮去多余型砂(图1-3b)。
- (3) 在下砂型的分型面上撒分型砂(防止上、下砂型粘连), 放好上砂箱和浇口棒, 填入型砂, 舂实并刮去多余型砂, 扎通气孔并拔出浇口棒, 在砂箱侧面划好合箱时的记号(图1-3c)。
- (4) 取开上箱, 从下砂型中取出模型, 在直浇口与铸件之间挖出内浇口(图1-3d)。
- (5) 按合箱记号合箱(图1-3e)。
- (6) 浇注、落砂后得到带有浇口的铸件(图1-3f), 敲掉浇口即得到铸件。

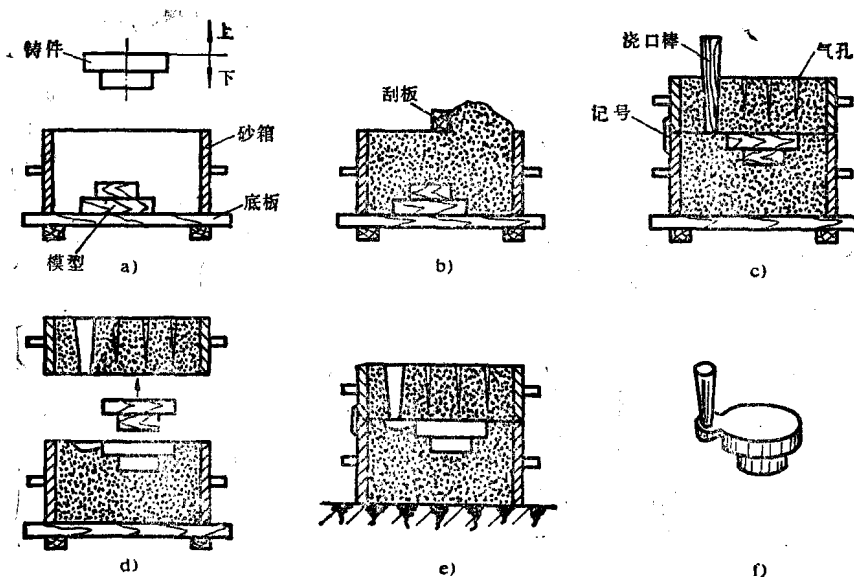


图1-3 整模造型过程

a) 放好模型和砂箱 b) 造下砂型 c) 造上砂型 d) 翻箱, 起模, 挖浇口 e) 合箱待浇注 f) 带浇口的铸件

整模造型操作简便, 适用于形状简单和各种生产批量的铸件。

2. 分模造型

分模造型的模型是分成两半的, 分型面就在模型的分开处, 而且是平面分型面。将模型分成两半主要是考虑便于造型和从砂型中顺利取出模型。从图1-4所示的分模造型过程可以看出, 分模造型与整模造型的主要区别是在分模造型的上、下砂型中都有型腔。它们之间的相同点是分型面都开在铸件的最大截面上。假如把图1-4所示的铸件沿轴线垂直放置, 而且

取大直径的一端作分型面，那么这种铸件就可以采用整模造型法了（参阅图1-3）。

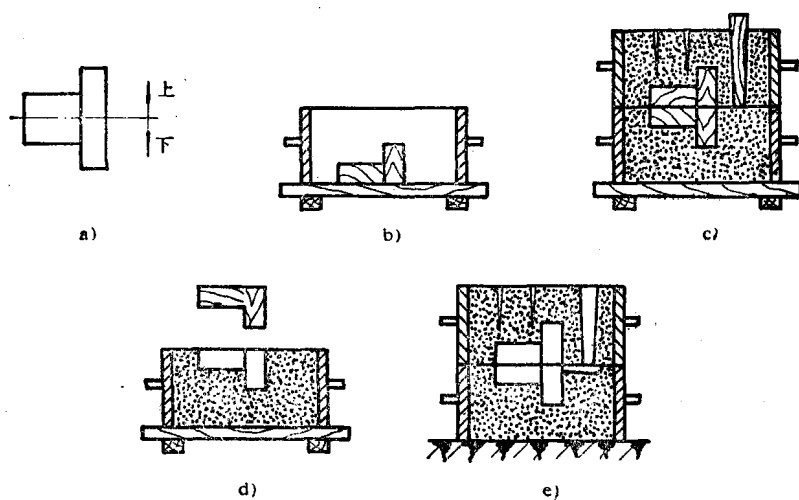


图1-4 分模造型过程

a) 铸件 b) 造下砂型 c) 造上砂型 d) 开箱，起模 e) 合箱待浇注

分模造型的操作也很简便，应用于筒类、管类、阀体类形状比较复杂的各种生产批量的铸件。

3. 挖砂造型和假箱造型

图1-5a是一手轮铸件，其最大截面不在铸件的一端，因而不能采用整模造型。如果采用分模造型而沿铸件最大截面A-A处将模型分成两半时，则模型太单薄，容易变形，而且制造模型也非常费工。若按图1-5进行挖砂造型时，则可解决模型从砂型中顺利取出的问题。

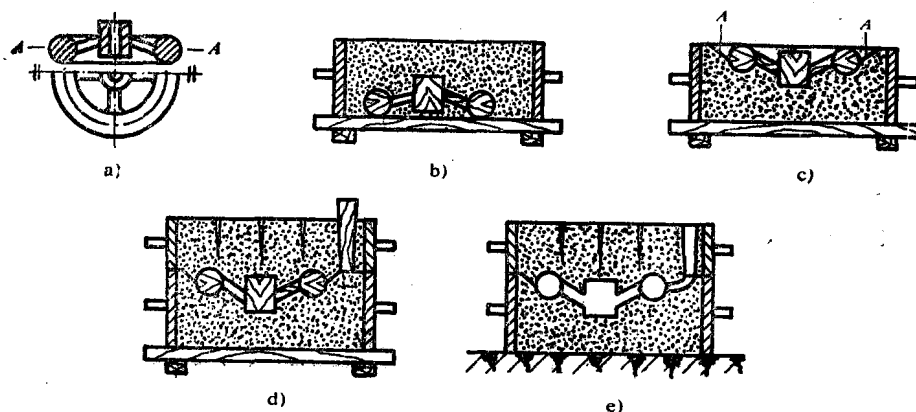


图1-5 挖砂造型过程

a) 铸件 b) 造下砂型 c) 挖下砂型分型面(A-A) d) 造上砂型 e) 合箱待浇注

由图1-5c可知，所谓挖砂，就是在下砂型的模型周围，将模型的最大界面以上的型砂挖去，以构成上、下砂型的分型面。可见，挖砂造型的操作是比较费时间的，要求工人的操作水平较高，而生产效率却很低。因此，挖砂造型只适用于单件生产。

当手轮的生产数量较多时,可采用图1-6所示的假箱造型法。所谓假箱造型,就是先制出一个并不用于合箱、浇注的假砂型,用这个假砂型(即假箱)代替放模型的平底板。造型时,将模型放在假箱的型腔中(图1-6a),然后放砂箱制下砂型。下砂型连同模型一起翻转180°,此时分型面已自然形成(图1-6c),因此不用再挖砂修分型面了,从而提高了造型的生产效率。

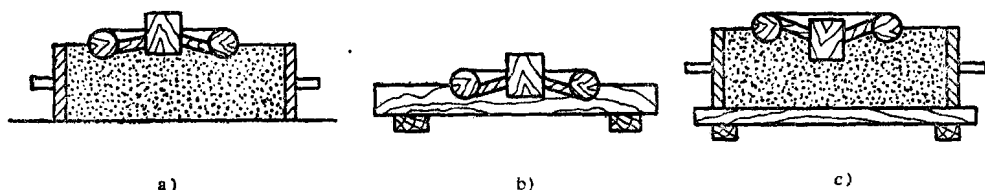


图1-6 假箱和成型底板造型

a) 假箱及放在其上的模型 b) 放在成型底板上的模型 c) 用假箱或成型底板制出的下砂型

假箱一般用强度较高的型砂制成,以便能多次使用。当生产数量更多时,可用木制的成型底板代替假箱,如图1-6b。

4. 活块造型

图1-7b所示的铸件,若制成整体模型,则在取模时,圆凸台不能与模型一起取出。如果按图1-7c或d将圆凸台做成活块分离形式,则在制下砂型时,先用钉子将圆凸台活块定位,待圆凸台周围的型砂紧实后,再小心地拔掉钉子(图1-7e)。取模型时,先取出主体模型,然后用钩针将圆凸台活块取出,如图1-7f、g。

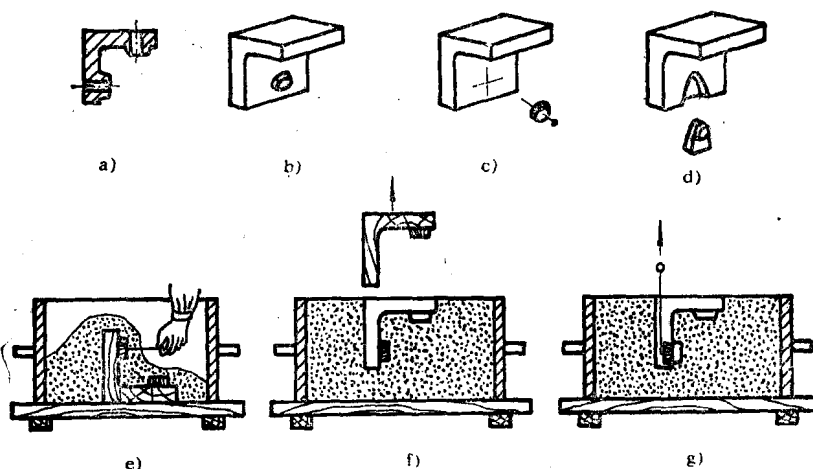


图1-7 活块造型过程

a) 零件 b) 铸件 c) 用钉子连接的活块 d) 用燕尾连接的活块 e) 造下砂型, 拔出钉子
f) 取出主体模型 g) 取出活块

5. 三箱造型

有些结构比较复杂的铸件,当其两端尺寸较大而中间部位尺寸较小时(图1-8a),就很难取一个分型面采用两箱造型法。此时可将铸件模型分割为三部分(图1-8b),使这三部分模型分别位于上箱、中箱和下箱中,按照图1-8c至图1-8f所示的造型过程,即可顺利地取

出模型，最后得到图1-8g所示的铸型。

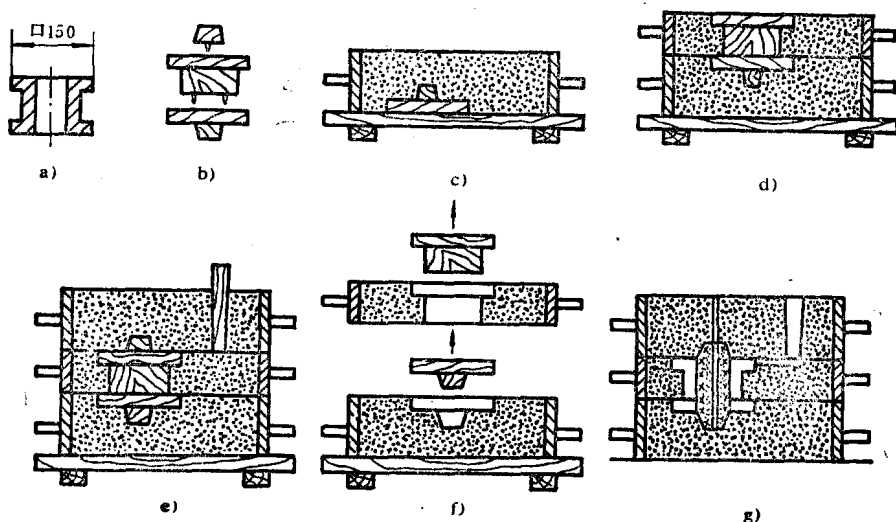


图1-8 三箱造型过程

a) 铸件 b) 模型 c) 造下箱 d) 造中箱 e) 造上箱 f) 取走上箱，分别从中箱、下箱中取出模型 g) 下芯，合箱

三箱造型操作过程比较复杂，生产效率低，只适用于单件生产。当生产数量较大时，可采用型芯构成铸件中间部位的外形（参阅图1-41a），从而将三箱造型简化为两箱造型。

6. 刮板造型

有些尺寸较大的旋转体，如皮带轮、大齿轮等，其生产数量往往很少。为了节省制模材料和制模工时、缩短生产周期，可采用图1-9所示的刮板造型法。所谓刮板造型，就是用与铸件轮廓形状和尺寸相对应的木板（图1-9b），在填实型砂的砂箱中，刮制出上砂型和下砂型的型腔（图1-9c、d）。

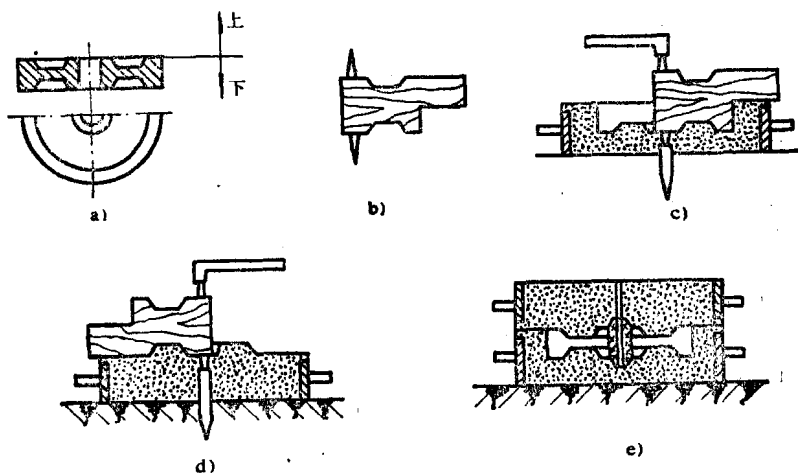


图1-9 刮板造型过程

a) 铸件 b) 刮板 c) 刮制下砂型 d) 刮制上砂型 e) 下型芯，合箱

刮板造型操作比较复杂，对工人的操作水平要求较高，铸件的尺寸精度低，所以，刮板

造型只适用于尺寸较大的旋转体类铸件，而且是单件或小量生产。

7. 地坑造型

直接在铸造车间的沙坑内造型称为地坑造型。当铸件生产数量很少，特别是单件生产大型铸件，车间又没有足够合适的备用砂箱时，采用地坑造型是比较经济、有效的工艺方案。如果采用砂箱造型，则必须设计制造合适的砂箱，这样一来不仅生产周期长，而且会提高铸件的生产成本。

形状要求严格的铸件，一般多采用有盖箱的地坑造型。此时地坑相当于两箱造型时的下箱。图1-10是有盖箱地坑造型的铸型结构图。

地坑造型虽然节省砂箱，但是铸型制造过程复杂，耗用工时多，这是它只适用于单件生产的原因。

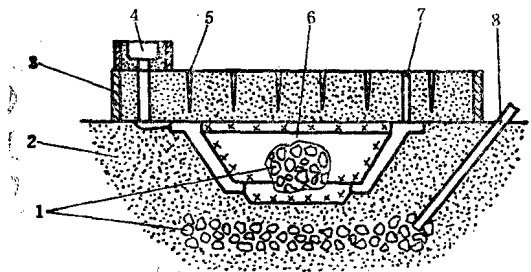


图1-10 有盖箱地坑造型的铸型结构图

1—焦炭 2—地坑中的型砂 3—盖箱 4—浇口杯 5—通气孔 6—型芯 7—冒口 8—排气管

三、常用手工制芯方法

型芯是铸型的重要组成部分，其主要作用是构成铸件的内腔，有时也用来构成铸件上难以起模部分的外形。

小型芯一般直接用芯砂制作。制作型芯时，要考虑型芯中气体的排出。形状简单的型芯一般是在制芯时用气孔针扎通气孔（图1-11a）；形状复杂的或弯曲的型芯，可在制芯时埋入蜡线或草绳（图1-11b），蜡线或草绳在烘干型芯时，因可燃烧掉而留下通气孔道。尺寸较大的型芯，为了提高型芯的强度和便于吊运，常在型芯中安放芯骨和吊环（图1-11c）。小芯骨一般用铁丝制作，形状复杂的大芯骨常由铸铁浇注而成。

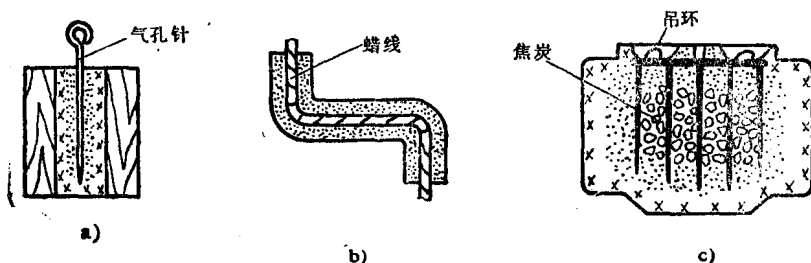


图1-11 型芯的结构

a) 扎通气孔的小型芯 b) 埋放蜡线的弯曲型芯 c) 有铸铁芯骨和吊环的大型芯

了解型芯的作用和制作方法，将有助于我们合理设计铸件结构以及正确选用铸造工艺方案。下面介绍四种常用手工制芯方法。

1. 用整体芯盒制芯

整体芯盒的内腔形状和尺寸要与铸件相应部位的形状和尺寸相适应。对于结构简单、自身有一定斜度的型芯，可用图1-12所示的整体芯盒制芯。制芯时，先在芯盒内安放芯骨和填入型芯砂，舂实后刮去余砂（图1-12a）。将烘干平板盖在芯盒上方（图1-12b），然后将平板和芯盒一起翻转180°，最后从上方取走芯盒（图1-12c）。

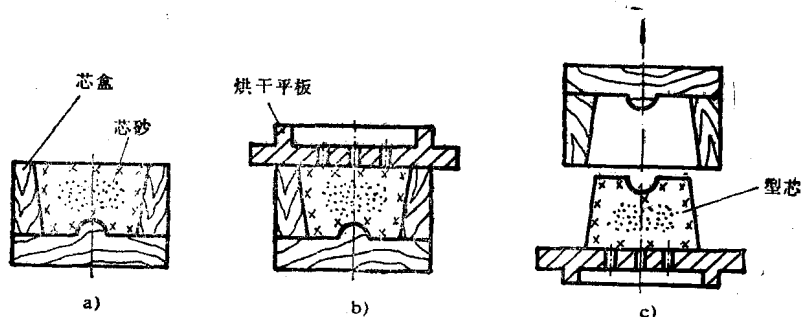


图1-12 整体芯盒制芯

a) 填砂、舂实、刮平 b) 盖烘干平板 c) 翻转后取走型芯盒

2. 用对开式芯盒制芯

圆柱形或结构对称的型芯，一般用图1-13所示的对开式芯盒制芯。制芯时，用卡子固定好两半芯盒，然后填砂、舂实和刮平（图1-13 a）。盖上烘干平板后，连同芯盒翻转180°，从两侧取开芯盒（图1-13b）。

尺寸较大且形状对称的型芯，可以只用一侧芯盒制出两个半型芯。下芯时，只需将两半型芯胶合成一个整体或者分别安放在铸型中。这样做既可节省制芯盒的木材和工时，又便于制芯操作和烘干。

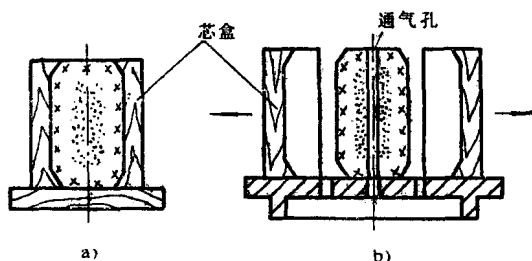


图1-13 对开式芯盒制芯

a) 固定芯盒，填砂，舂实，刮平 b) 扎通气孔，从两侧取开芯盒

3. 用可拆式芯盒制芯

形状比较复杂的大中型型芯，为便于制芯操作，多用可拆式芯盒制芯，如图1-14。制芯过程与前两种制芯方法相似，不同之处是芯盒可从不同方向取出。

4. 用刮板制芯

对于旋转体形状的大中型型芯，在单件和小量生产条件下，可用刮板制芯，以节省制作芯盒的木材和工时，图1-15是刮制大直径弯管型芯的示意图。为了使刮板始终沿着型芯的轴线方向平行移动，刮板下方的台阶必须紧靠着导板滑动。刮出的型芯是一半，分别烘干后再组合在一起下芯。

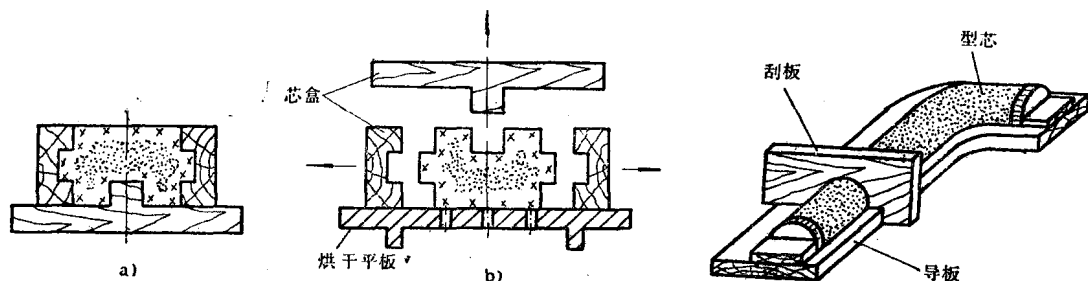


图1-14 可拆式芯盒制芯

a) 卡紧各部分芯盒，填砂，舂实，刮平 b) 在烘干平板上取出芯盒

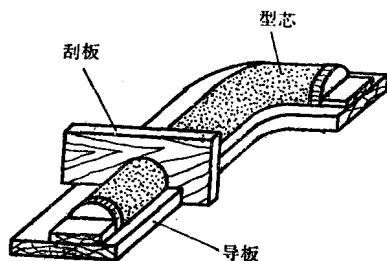


图1-15 刮板制芯

四、常用手工造型方法的特点和应用

在生产实际中, 究竟采用哪种造型方法, 要根据铸件形状等因素进行选择。造型方法选择得是否合理, 不但会影响铸件的质量, 而且也会影响到生产效率和生产成本。表1-1归纳了常用手工造型方法的特点和适用范围, 可供选择造型方法时参考。

表1-1 常用手工造型方法的特点和适用范围

造 型 方 法	特 点	适 用 范 围
整模造型	模型制成整体, 分型面平直, 铸型型腔在一个砂型中; 造型简单, 铸件不易产生错箱等缺陷	适用铸件最大截面在一端, 且分型面是平面的铸件
分模造型	模型沿最大截面处分为两半, 型腔位于上、下两个砂型中; 造型简单, 但是模型制作较复杂	适用于最大截面在中部的(如圆形)铸件。生产性质是成批或大量生产
挖砂造型	模型是整体的, 但铸件的分型面是曲面; 造型时, 须挖去阻碍起模的型砂; 造型操作费时, 生产效率低	适用于分型面是曲面的铸件。生产性质是单件或小批生产
假箱造型	利用假箱或成型底板制下砂型, 翻型后自然形成分型面, 不用挖砂修分型面	当挖砂造型的铸件生产量较大时采用此法
三箱造型	铸型由上、中、下三部分(三箱)组成。造型比较费时, 而且要选配高度相适应的砂箱(中箱)	适用于铸件有两个分型面, 且生产数量较少的情况下
外型芯造型	用外型芯构成铸件中间小截面处的外形, 因此可将三箱造型改为两箱造型, 以便简化造型操作。但是要增加制芯工作量	当三箱造型生产的铸件数量较多时采用此法
刮板造型	用木制刮板代替模型, 可节省大量制模工时, 缩短生产周期。但造型操作费时, 要求工人造型操作水平较高	适用于有等截面或回转体的大、中型铸件。生产性质是单件、小批生产

五、机器造型和机器制芯

手工造型和手工制芯适用于单件和小批生产条件。大批大量生产时, 则应采用机器造型和机器制芯。

1. 机器造型

机器造型时, 型砂的紧实和起模等操作过程均由造型机器的机械运动来完成, 因此不但可减轻造型时的体力劳动强度, 而且能显著提高生产效率。由于起模靠机械运动完成, 模型的振动量较小, 起模也较平稳, 因此又可提高铸件的尺寸精度。

下面着重介绍机器造型时, 型砂的紧实和起模方法。

(1) 型砂的紧实方法 常用的紧实方法有压实紧实法、震击紧实法、震压紧实法和抛砂紧实法等。

压实紧实法就是用一压头从型砂的上面施加压力, 从而将型砂紧实, 如图1-16。采用这种方法紧实的砂型, 靠近压头处的型砂紧实度较高, 靠近模板处的型砂紧实度较低。压实紧实法多用于砂箱高度小于100mm的条件下。

震击紧实法就是通过往复振动工作台的方式将型砂紧实。震击时, 压缩空气从进气孔进入气缸, 升起工作台, 待工作台活塞升至排气孔以上时, 气体逸出, 气缸内压力突然减小, 工作台下落并与造型机机体相撞, 产生震击, 如图1-17。经多次震击后, 型砂得到紧实。这种方法紧实的砂型, 靠近模板处紧实度较高, 而砂型顶部的紧实度较低。为此, 尚需用手工

再紧实表层型砂。震击紧实法应用于砂箱高度大于150mm的条件下。

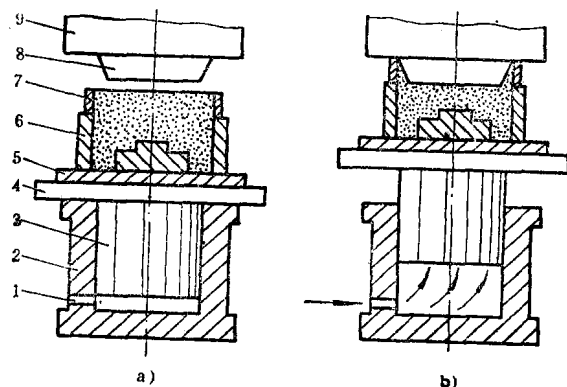


图1-16 压实紧实法示意图

a) 填砂 b) 压实

1—进、排气孔 2—气缸 3—活塞 4—工作台 5—模板 6—砂箱 7—预填框 8—压头 9—转臂

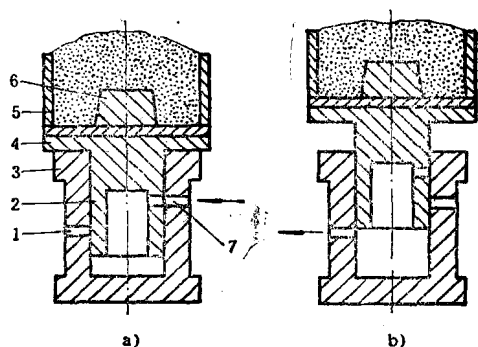


图1-17 震击紧实示意图

a) 进气抬起工作台 b) 排气使工作台落下

1—排气孔 2—活塞 3—气缸 4—工作台 5—砂箱 6—模板上的模型 7—进气孔

震压紧实法就是型砂经震击紧实后，再用压实法紧实。震击与压实的动作原理与图1-16和图1-17相同。震压机构如图1-18。这种紧实方法的紧实效果较好，应用比较广泛。

抛砂紧实法就是用高速旋转的叶片，将一团团型砂抛入砂箱中，使型砂得到紧实，如图1-19。这种紧实方法适用于大中型砂箱造型。

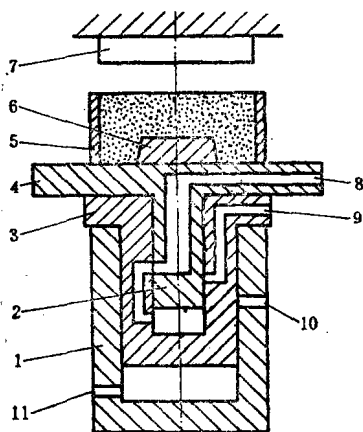


图1-18 震压紧实示意图

1—压实气缸 2—震击活塞 3—压实活塞 4—工作台 5—砂箱 6—模型 7—压头 8—震击进气孔 9—震击排气孔 10—排气孔 11—压实进气孔

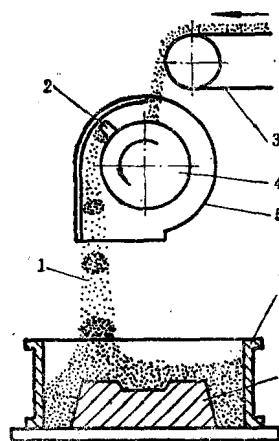


图1-19 抛砂紧实示意图

1—抛射砂流 2—叶片 3—送砂皮带 4—抛砂头 5—抛砂头外壳 6—砂箱 7—模型

(2) 起模方法 常用的起模方法有顶箱、顶箱漏模和转台等几种方法。图1-20为顶箱起模法。起模时，顶杆徐徐升起，顶住砂箱四角。将砂箱顶起后，模型板即与砂型脱离。这种起模方法适用于型腔简单、砂箱高度较低的机器造型。

图1-21为顶箱漏模起模法示意图。与顶箱起模法的不同点是，在砂箱与模板间有一块漏板，顶杆通过漏板顶起砂箱。漏板的作用是防止砂型损坏或塌箱。这种起模方法适用于型腔较复杂、砂型较高的机器造型。

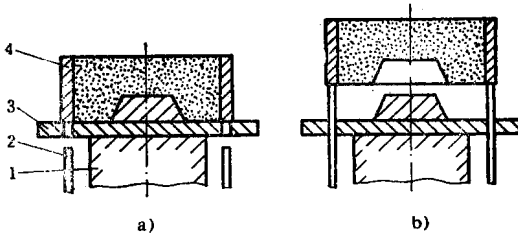


图1-20 顶箱起模示意图

1—工作台 2—顶杆 3—模型板 4—砂箱

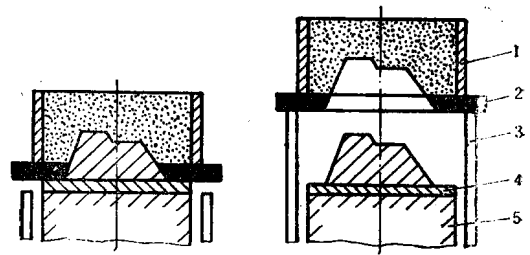


图1-21 顶箱漏模起模示意图

1—砂箱 2—漏板 3—顶杆 4—模型板 5—工作台

图1-22是转台起模的示意图。将砂箱夹紧后，转台上升一定高度 h ，然后转台绕水平轴转动 180° ，再使接箱台上升接住砂箱。起模时，转台及其上面的模型板不动，使接箱台托住砂箱后垂直下降，完成起模工作。这种起模方法适用于大中型铸件的下砂型的机器造型。这是因为起模时型腔向上，不易塌箱。同时，砂箱位置也便于随后的合箱。

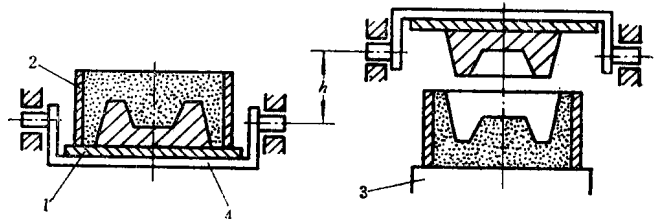


图1-22 转台起模示意图

1—模型板 2—砂箱 3—接箱台 4—转台

2. 机器制芯

机器制芯除了可在上述各种造型机械上进行外，还可采用以下几种高效率机器制芯方法：

(1) 吹砂制芯 吹芯是在吹芯机上利用压缩空气将芯砂高速吹入芯盒而获得型芯的方法。图1-23是吹砂的工作原理示意图。

吹砂制芯法生产效率高，但是芯盒磨损快，对芯砂的流动性要求较高。当型芯形状比较复杂时，型芯的吹制质量不高。所以，吹砂法仅用于制造形状比较简单的型芯。

(2) 射砂制芯 射砂制芯与吹砂制芯的相同之处是都用压缩空气填砂紧实；不同之处是射砂机构中多了一个射砂筒（图1-24中的4）。射砂筒是一个开有许多横向和竖向缝隙的盛砂筒，缝隙的第一个作用是作为压缩空气的进入通道，第二个作用是让压缩空气从四周进入射砂筒，切割和分离芯砂，防止芯砂堵塞。

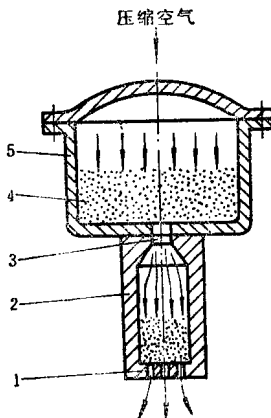


图1-23 吹芯工作原理示意图

1—排气孔 2—芯盒 3—吹砂孔 4—芯砂 5—吹砂筒

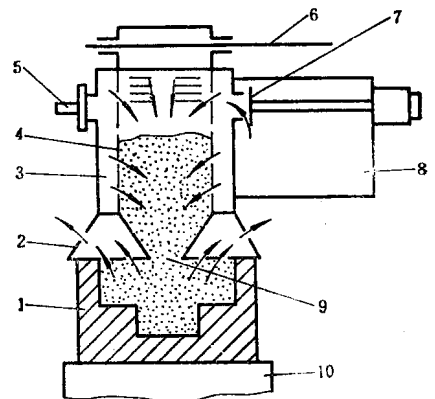


图1-24 射砂制芯工作原理示意图

1—芯盒 2—射砂头 3—射腔 4—射砂筒 5—排气阀 6—闸板 7—进气阀 8—贮气罐 9—射砂孔 10—工作台